

Concours Blanc 1

L'emploi des calculatrices est autorisé.

Instructions générales

Les candidats sont invités à porter une attention particulière à la rédaction. La présentation, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies. En particulier, les résultats non encadrés et non justifiés ne seront pas pris en compte.

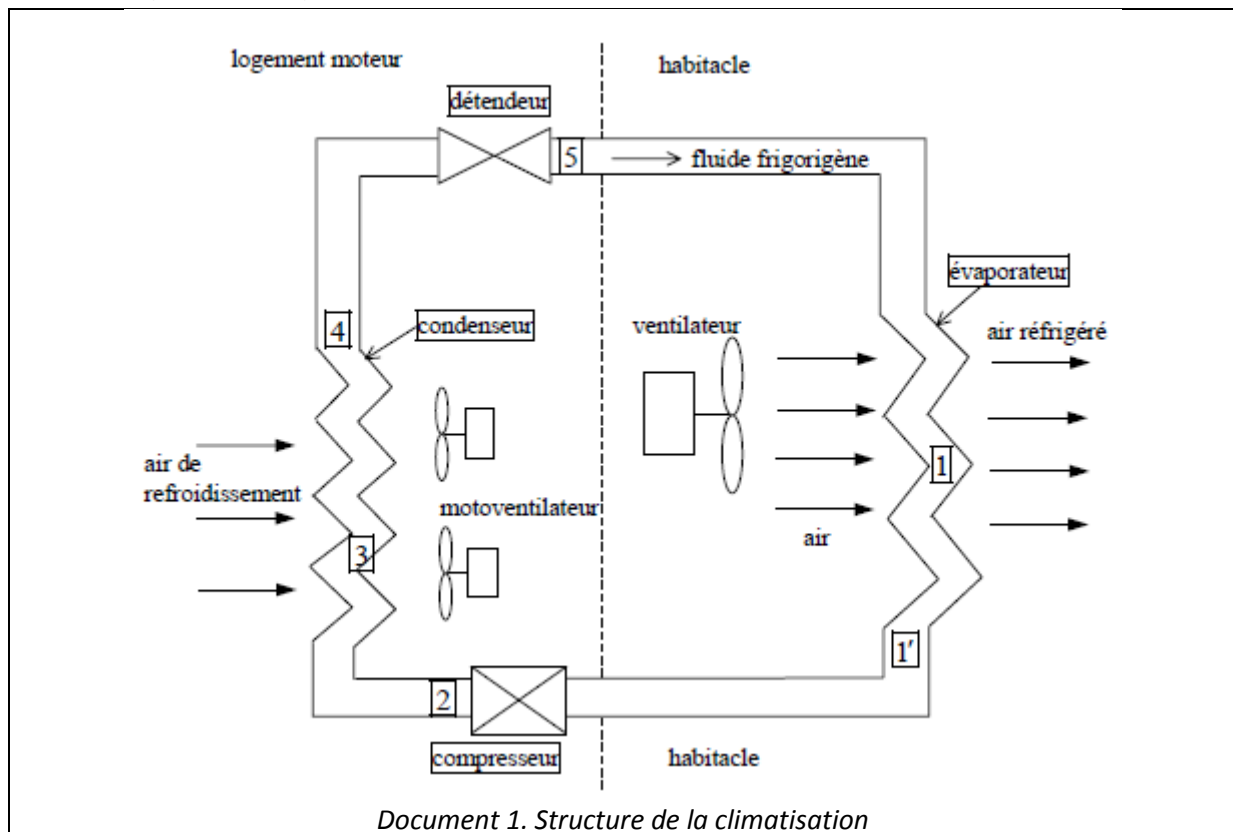
Toute application numérique ne comportant pas d'unité ne donnera pas lieu à attribution de points. Le candidat prendra soin de bien numéroter les questions.

Si au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Les différentes parties de ce problème sont indépendantes. Le candidat devra les rédiger sur des feuilles séparées et traiter les questions dans l'ordre.

Première partie : Climatisation d'une voiture

La quasi-totalité des véhicules neufs sont aujourd'hui équipés d'une climatisation. Destiné à maintenir dans l'habitacle un débit d'air et une température régulée, le système de climatisation se compose : d'un circuit d'air pulsé dans lequel un débit d'air est créé par la rotation d'un ventilateur, et d'un circuit frigorifique composé d'un compresseur, d'un condenseur, d'un détendeur et d'un évaporateur, dans lesquels circule un fluide frigorigène dont la vaporisation dans l'évaporateur absorbe de l'énergie provenant de l'habitacle, permettant ainsi la régulation de température souhaitée (Document 1).



Document 1. Structure de la climatisation

Pour refroidir l'air intérieur du véhicule, un fluide frigorigène effectue en continu des transferts énergétiques entre l'intérieur, l'extérieur du véhicule et le compresseur. Le fluide frigorigène utilisé depuis 1995, en remplacement du fréon utilisé jusqu'alors est du tétrafluoroéthane, connu sous l'appellation R134A (Documents 2 et 3).

1) Les chlorofluorocarbures ou CFC comme le fréon, sont des fluides frigorigènes qui ont été très longtemps utilisés. Pourquoi ces fluides ne sont-ils plus utilisés aujourd'hui ? Par quoi ont-ils été remplacés ? Quels sont les avantages et les inconvénients ?

2) Montrer, en définissant soigneusement le système fermé choisi, que la variation d'enthalpie massique h du fluide, à la traversée d'un système (condenseur, évaporateur, compresseur, détendeur) est donnée en régime stationnaire par : $\Delta h = w_i + q$

où w_i représente le travail échangé avec les parties mobiles du système (excluant le travail des forces de pression du fluide en amont et en aval) et q représente la chaleur échangée avec le système, q étant positive lorsque le transfert thermique se fait du système vers le fluide.

3) Etablir l'expression de la variation d'enthalpie massique $\Delta h_{GP}(T, P)$ et de l'entropie massique $\Delta s_{GP}(T, P)$ d'un gaz parfait en fonction de la température T , de la pression P , de la masse molaire

M du gaz, et de $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$ où c_p et c_v désignent respectivement la capacité thermique massique à pression constante, et la capacité thermique massique à volume constant.

Document 2. History of Chlorofluorocarbons (<http://www.meti.go.jp/>)

History of Chlorofluorocarbons

1928 : Chlorofluorocarbons (CFCs) were invented.

CFCs were developed as ideal gases used as refrigerants for refrigerators. Because of their special characteristics, inflammability and non-toxicity to human beings, CFCs were massively produced and consumed, particularly in developed countries, after the 1960's.

Uses of Chlorofluorocarbons

- Refrigerants for refrigerators, automobiles and air-conditioners
- Cleaning agents for semi-conductors and precision parts
- Foaming agents for insulating materials and packing cushions
- Propellants for aerosol sprays



1974 : ⚠ The mechanism of the ozone layer depleted by CFCs was identified.

In 1985, the observation of an ozone hole in the Antarctic Pole provided proof that the ozone layer was depleting.



1987 : The Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer was adopted.

The Montreal Protocol was adopted as a framework for international cooperation regarding CFC control on the basis of the Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer.



Alternatives to CFCs, which do not deplete the ozone layer, were developed.



⚠ Three CFC alternatives: HFCs, PFCs and SF₆, influence global warming.

HFCs, PFCs and SF₆ are not ozone depleting substances, however, compared to CO₂, they have a greater influence on global warming.



1997 : The Kyoto Protocol was adopted.

Under the United Nations Framework Convention on Climate Change in 1994, the Kyoto Protocol was adopted as a concrete implement to control greenhouse gas emissions.

2005 : The Achievement Plan of the Targets Set by the Kyoto Protocol was decided at a Cabinet meeting in Japan.

Currently, control measures are implemented under the Montreal Protocol and the Kyoto Protocol.

Environmental influences caused by ozone depleting CFCs and CFC alternatives

Ozone depleting CFCs	• CFCs • HCFCs	Depletion of the ozone layer Global warming	CFC alternatives	• HFCs • PFCs • SF ₆	Global warming
----------------------	-------------------	--	------------------	---------------------------------------	----------------

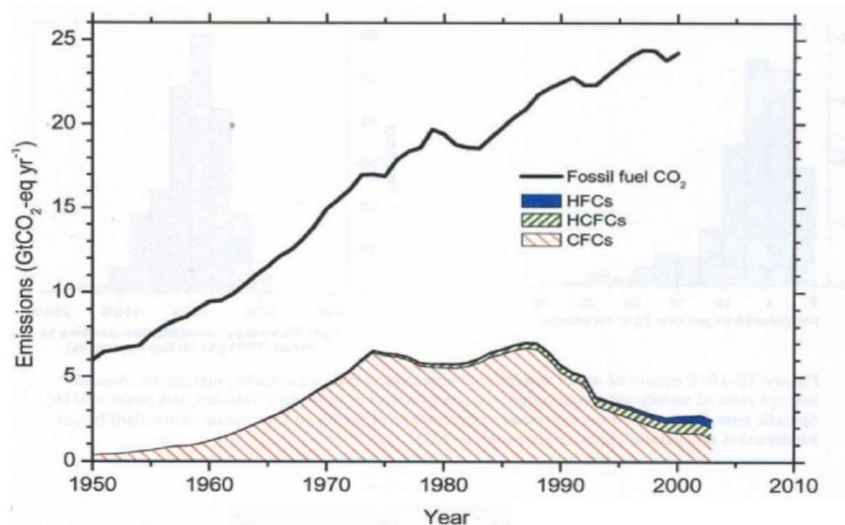
Document 3. The switch from CFC 12 to HFC 134a (<https://www.fluorocarbons.org>)

The use of an HFC (HFC-134a) in car air-conditioning is well established, with Mobile Air conditioning (MAC) installation in around 80% of cars in USA and Japan for many years.

The availability of HFC-134a for car MAC systems enabled a rapid switch from CFCs (CFC 12) in the mid 1990s using MAC systems of essentially the same design and high level of safety. Other refrigerants did not offer this possibility.

The use of HFC-134a has contributed to an enormous reduction in the environmental impact of individual cars with MAC systems:

- Eliminating emissions of ozone depleting CFCs
- Reducing the global warming of the car MAC system by about 92%, based on the elimination of CFC emissions
- Reducing the global warming of the car in total by about 45%, based on the elimination of CFC emissions



GtCO₂.eq yr⁻¹ : Gigatonnes of CO₂ equivalent per year

Document 4. Données

Pour le fluide R134A, on donne :

La capacité thermique du liquide : $c = 1,35 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

La capacité thermique massique du gaz à pression constante : $c_p = 0,488 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

Le rapport γ : $\gamma = 1,2$

La masse molaire du fluide R134A : $M = 102 \text{ g.mol}^{-1}$.

Constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

On suppose que le fluide à l'état liquide est incompressible et qu'il se conduit à l'état vapeur comme un gaz parfait.

On suppose que les conduites reliant les différents appareils sont parfaitement calorifugées et que la pression qui y règne est constante. On néglige toutes les variations de vitesse du fluide et on raisonne sur 1 kg de fluide.

Température de changement d'état	$T_B = 278\text{K}(5^\circ\text{C})$	$T_H = 323\text{K}(50^\circ\text{C})$
Pression de vapeur saturante	$p_B = 3,5\text{bar}$ avec $p_B = p(T_B)$	$p_H = 14\text{bar}$ avec $p_H = p(T_H)$
Chaleur latente massique de vaporisation	$L_v(T_B) = 196 \text{ kJ.kg}^{-1}$	$L_v(T_H) = 150 \text{ kJ.kg}^{-1}$

On rappelle que $h_v(T)$ et $h_l(T)$ sont respectivement l'enthalpie massique de la vapeur saturante et l'enthalpie massique du liquide saturant à la température T.

Document 5. Description du cycle

On désire maintenir une température $T_F = 293K (20^\circ C)$ dans l'habacle, la température de l'extérieur étant $T_F = 308K (35^\circ C)$.

Dans un premier temps, on considère que le fluide décrit, entre les pressions p_B et p_H , le cycle suivant :

Compresseur : A la sortie de l'évaporateur, de l'état 1' où il se trouve à l'état de vapeur sèche, le fluide est comprimé jusqu'à l'état 2.

Condenseur : Le condenseur situé à l'avant du véhicule entre le radiateur de refroidissement du moteur et des motoventilateurs de refroidissement, est un échangeur thermique dans lequel le fluide frigorigène échange de l'énergie avec le flux d'air crée par les motoventilateurs.

Dans la première partie du condenseur, le fluide passe de l'état 2 à l'état 3 en se refroidissant à la pression constante p_H jusqu'à ce que sa température atteigne la température de vapeur saturante correspondant à p_H . La condensation totale du fluide s'effectue ensuite dans la partie centrale à la pression p_H (état 4).

Détendeur : Dans le détendeur, parfaitement calorifugé et ne comportant pas de pièces mobiles, le fluide, de l'état 4, subit une détente isenthalpique jusqu'à la pression p_B , au cours de laquelle, une partie du fluide se vaporise (état 5).

Evaporateur : L'évaporateur est un échangeur thermique placé dans l'habacle devant un ventilateur commandé par le conducteur, soufflant l'air qui se refroidit en échangeant de l'énergie avec le fluide frigorigène.

Le fluide frigorigène, partiellement vaporisé en 5 achève de se vaporiser à la pression p_B jusqu'à l'état 1.

Pour être sûr que le compresseur n'aspire que de la vapeur sèche (le liquide peu compressible peut provoquer la rupture de certaines pièces), la vapeur est surchauffée à la pression constante p_B de la température T_1 à la température T_1' (état 1').

Régulation du débit du liquide frigorigène : Le fonctionnement correct du compresseur exige que la température à la sortie de l'évaporateur T_1' soit supérieure à celle du changement d'état T_B afin d'éviter les traces de liquide dans le compresseur. La température T_1' reste égale à une valeur de consigne $T_0 = 283K$.

On étudie dans la suite l'évolution du fluide au cours d'un cycle en régime permanent. Le débit massique est $D_m = 0,1 kg.s^{-1}$.

4) Dans le diagramme entropique, expliquer la forme des courbes isobares dans le domaine de la vapeur assimilée à un gaz parfait.

5) Etablir l'expression de l'enthalpie massique $h(T, x)$ et de l'entropie massique $s(T, x)$ d'un fluide diphasé (liquide, vapeur) en fonction de l'enthalpie massique de la phase liquide en équilibre avec la vapeur $h_l(T)$, de l'enthalpie massique de vapeur en équilibre avec la phase liquide $h_v(T)$, de l'entropie massique de la phase liquide en équilibre avec la vapeur $s_l(T)$, ainsi que du titre massique en vapeur x et de la température T .

6) Donner alors les expressions de $h(T, x)$ et $s(T, x)$ en fonction de x , $h_l(T)$ (ou $s_l(T)$ respectivement) et de $L_v(T)$.

7) On suppose la compression adiabatique réversible dans le compresseur. Calculer T_2 .

8) Déterminer la valeur de la puissance Φ_m du travail mécanique reçu par le fluide lors de son passage dans le compresseur. Commenter le signe de Φ_m .

- 9)** Tracer le cycle décrit par le fluide dans le circuit frigorifique sur le diagramme entropique (Annexe 1) en faisant figurer la courbe de saturation et en indiquant clairement la température T_i , la pression p_i et l'état du fluide (liquide, vapeur ou diphasé) pour chaque état i ($i=1,1',2,3,4,5$) lorsque ces grandeurs sont connues.
- 10)** En déduire la puissance thermique échangée Φ_e par le fluide lors de son passage à travers l'évaporateur entre (5) et (1).
- 11)** Définir l'efficacité e , ou coefficient de performance, du climatiseur. Calculer sa valeur.
- 12)** Comparer cette valeur à celle d'un climatiseur de Carnot fonctionnant entre la température de l'évaporateur et la température de liquéfaction du fluide sous la pression p_H . Commenter le résultat obtenu.

Deuxième partie : Détection automatique de la pluie

Cette partie demande un temps de réflexion et de rédaction plus important que les autres parties. Cela sera pris en compte dans la notation.

Document 6. Extrait de « La visibilité assurée par tous les temps », La recherche n°418, Avril 2008
[...]
Le capteur de pluie est logé dans un petit boîtier qui prend place derrière le rétroviseur. Son fonctionnement repose sur la réflexion de deux faisceaux d'infrarouges dans le pare-brise lui-même. Pour cela, deux diodes électroluminescentes émettent des rayons qui pénètrent l'épaisseur du verre et se réfléchissent sur sa face externe.
En effet, comme il y a à ce niveau rupture de milieu, il y a saut d'indice de réfraction, d'où réflexion partielle des faisceaux infrarouges dans le verre. De plus, les faisceaux sont émis avec un angle tel que, après réflexion, ils atteignent des photodiodes, des détecteurs, qui mesurent leur intensité.
Lorsque le pare-brise est sec, l'écart d'indice de réfraction entre le verre et l'air ambiant est très élevé, ce qui a pour effet de provoquer une réflexion maximale des faisceaux infrarouges. En revanche, lorsqu'il y a de l'eau sur le pare-brise, l'écart d'indice de réfraction entre les deux matériaux est bien moindre. Une plus grande quantité d'infrarouges traverse alors l'interface et se perd dans l'eau. La réflexion vers les photodiodes est donc réduite.
De plus, cette perte de réflexion est proportionnelle à la quantité d'eau présente sur la surface du pare-brise. Ainsi, en mesurant, par l'intermédiaire des photodiodes, les modifications de réflexion et la quantité d'infrarouges recueillis, le calculateur du dispositif détermine non seulement, si le pare-brise est sec ou non, mais aussi la quantité d'eau à éliminer. Il commande alors la mise en route des essuie-glaces et leur cadence en fonction de l'intensité de la pluie.
[...]

13) A l'aide de schémas, expliquer le fonctionnement du capteur de pluie. On définira tous les termes employés. *Plus la réponse sera précise, plus elle apportera de points.*

On pourra utiliser les données suivantes :

Le boîtier de la diode est composé de plexiglas d'indice optique $n_p = 1,50$.

- indice optique du verre : $n_v = 1,55$

- indice optique de l'eau : $n_e = 1,33$

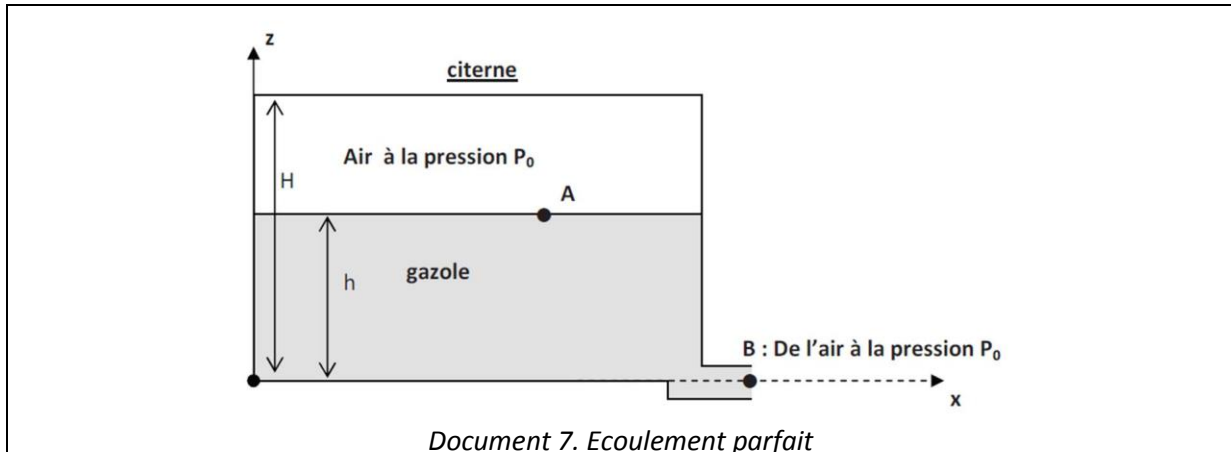
- inclinaison des diodes par rapport à la normale au pare-brise : $\theta = 50^\circ$

Troisième partie : Remplissage du réservoir d'une voiture

Ecoulement parfait

On considère une citerne munie d'un orifice par lequel le gazole peut s'écouler.

On suppose que toutes les conditions sont réunies pour qu'on puisse appliquer la relation de Bernoulli entre un point A de la surface libre du gazole et un point B au niveau de l'ouverture (voir document 7) .



Document 7. Ecoulement parfait

Document 8. Notations

ρ : masse volumique du gazole,

V_A (respectivement V_B) : vitesse moyenne (encore appelée vitesse débitante) de l'écoulement supposée constante au niveau de la section S_A (respectivement S_B),

P_A (respectivement P_B) : pression de l'écoulement supposée constante au niveau de la section S_A (respectivement S_B),

g : intensité du champ de pesanteur

S_A : section de la citerne au niveau du point A (en m^2)

S_B : section de l'orifice d'écoulement au niveau du point B (en m^2), $S_B \ll S_A$

14) Donner la relation de Bernoulli tout en précisant ses conditions d'applications.

15) Comment se traduit la conservation de la masse lors de l'écoulement ?

En déduire une relation entre les vitesses moyennes en A et B .

16) Sachant que la section en A est nettement plus grande que celle en B , exprimer la vitesse moyenne V_B de l'écoulement en B à l'aide de h et g .

17) La citerne est initialement pleine.

Exprimer le temps nécessaire T pour la vidanger complètement, à l'aide de S_A , S_B , H et g .

Calculer T .

Prise en compte d'une perte de charge singulière

Au niveau du convergent (rétrécissement de section sur la ligne de courant AB), on constate une zone de perturbation caractérisée énergétiquement par une « perte de charge singulière » : le bilan d'énergie se traduit par une perte d'énergie mécanique volumique modélisable par la formule

$$\text{suivante : } \Delta P_{\text{sing}} = \frac{1}{2} K_C \rho V_B^2 \quad \text{avec} \quad K_C = 0,55$$

18) Déterminer une nouvelle expression de V_B en tenant compte de la perte de charge singulière.

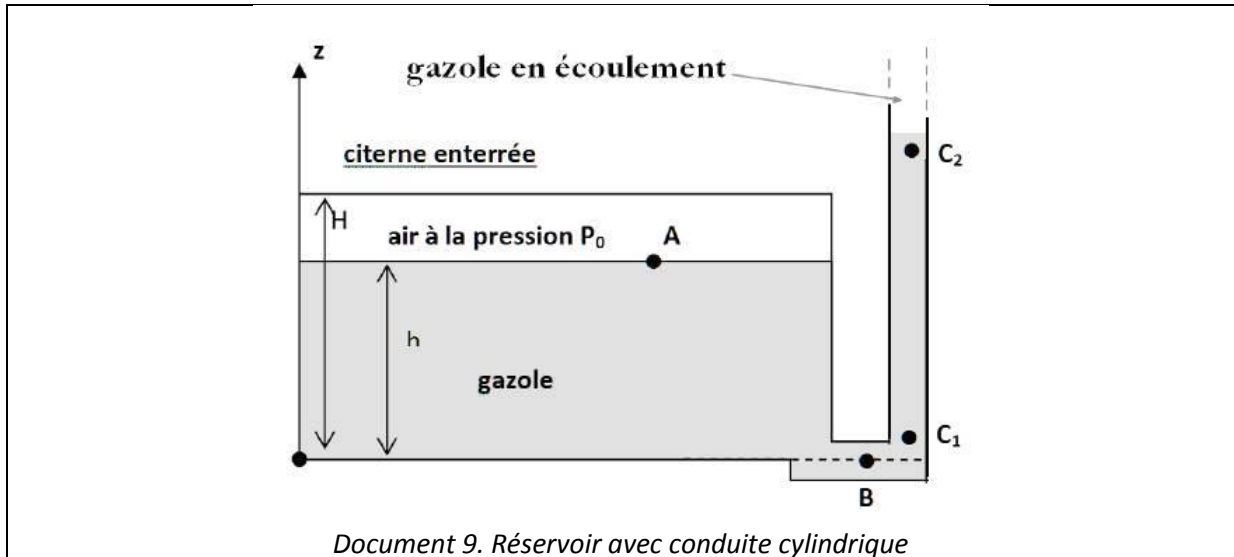
19) Exprimer à nouveau le temps nécessaire T' pour vidanger complètement la citerne, à l'aide de T et K_C . Calculer T' . Commenter.

Prise en compte d'une perte de charge régulière

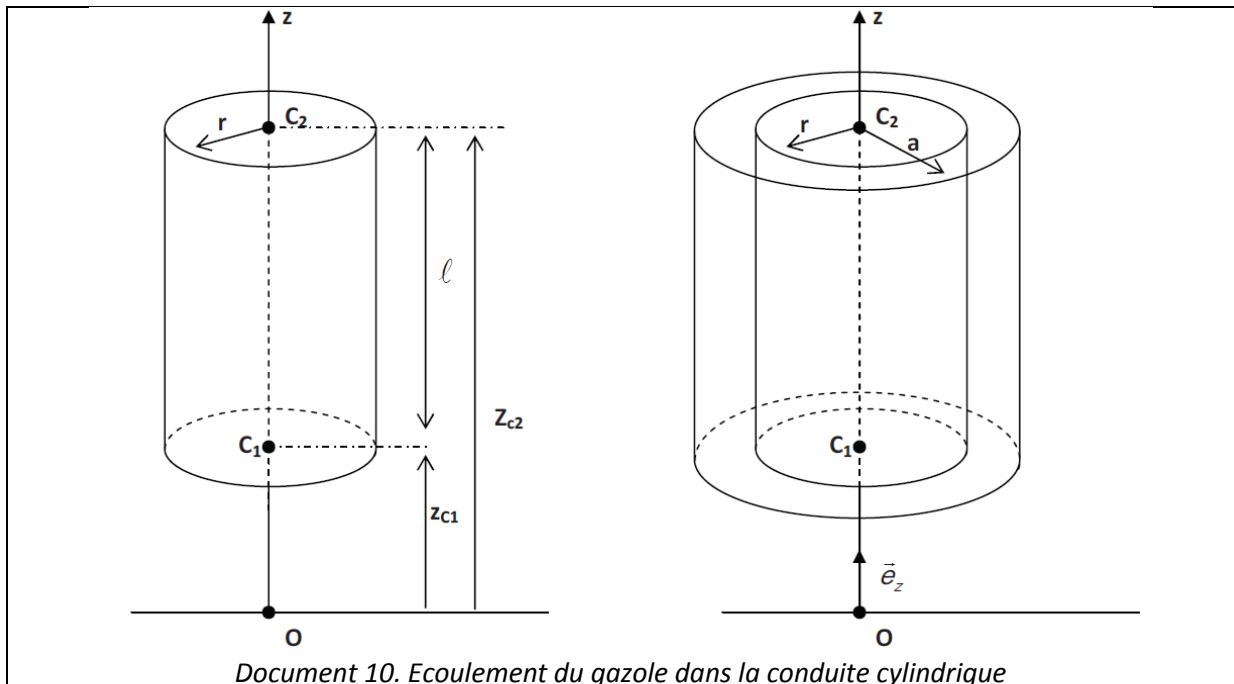
On accroche au niveau de B une conduite cylindrique verticale de grande longueur et de diamètre $d = 2a$. Le document 9 ne représente qu'une portion $l = C_1C_2$ de cette conduite.

L'étude de l'écoulement entre C_1 et C_2 nécessite alors la prise en compte de la dissipation d'énergie par frottement dû à la viscosité du gazole.

Dans la suite, on considère que le gazole est un fluide incompressible, de masse volumique constante ρ , de viscosité dynamique η , en écoulement stationnaire.



On suppose de plus que l'écoulement est laminaire et que le champ de vitesse est à symétrie cylindrique $\vec{v}(r) = v(r)\vec{u}_z$ avec $v(r) > 0$ (document 9) et une vitesse nulle le long des parois et maximale sur l'axe de la conduite. Les pressions sont supposées constantes pour une altitude donnée : P_{C_1} est la pression en C_1 à l'altitude z_{C_1} , P_{C_2} est la pression en C_2 à l'altitude z_{C_2} .



On isole par la pensée un cylindre de fluide de rayon r inférieur à a et de longueur l . Ce cylindre subit des forces pressantes en C_1 et C_2 , son poids et des forces visqueuses modélisées par la loi

suivante : $\vec{f} = \eta \frac{dV}{dr} \Sigma \vec{u}_z$ où Σ représente la surface latérale de contact entre le fluide contenu dans le cylindre et celui à l'extérieur du cylindre.

20) Faire un bilan des forces appliquées à ce cylindre, établir la relation suivante :

$$\frac{dV}{dr} = -\alpha r \left[(P_{C_1} + \rho g z_{C_1}) - (P_{C_2} + \rho g z_{C_2}) \right]$$

avec α un facteur que l'on exprimera à l'aide de η et l . Commentez le signe de α .

21) Montrer que $V(r)$ s'écrit : $V(r) = V_{\max} \left(1 - \frac{r^2}{a^2} \right)$. Exprimer $V_{\max}$ à l'aide de α , a et $\left[(P_{C_1} + \rho g z_{C_1}) - (P_{C_2} + \rho g z_{C_2}) \right]$.

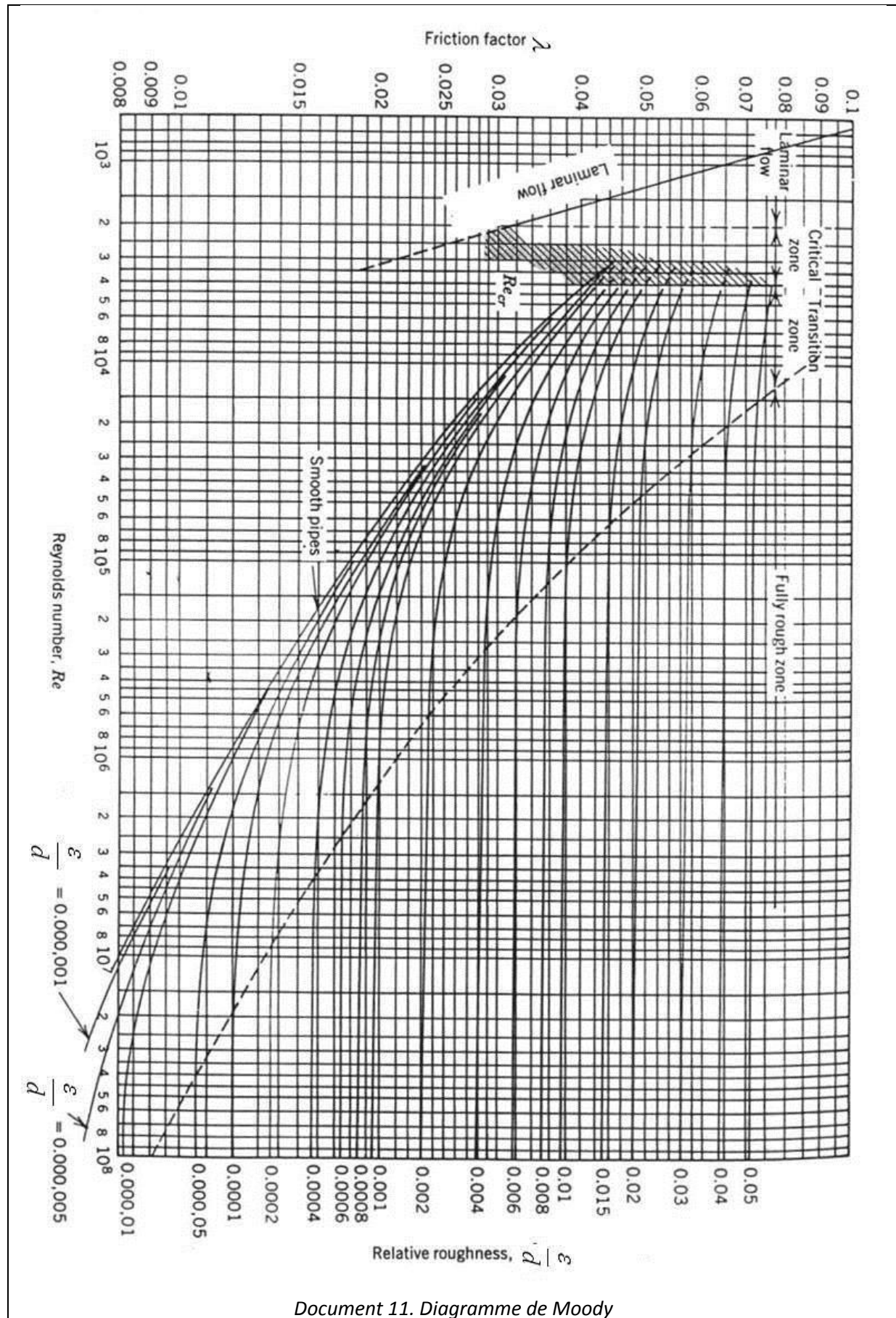
22) Déterminer l'expression du débit volumique Q_V à l'aide de a et $V_{\max}$.

23) En déduire l'expression de la vitesse moyenne V_{moy} dans une section de la conduite (encore appelée vitesse débitante) en fonction de $V_{\max}$.

La « perte de charge régulière » (due à la dissipation d'énergie à cause des frottements visqueux) est définie par $\Delta P_{\text{reg}} = \lambda \frac{1}{2} \rho V_{\text{moy}}^2 \frac{L}{d}$ où λ est une constante sans dimension dépendant de la nature de l'écoulement et de la rugosité de la conduite, L la longueur de la conduite et d son diamètre.

24) Le nombre de Reynolds Re pour une conduite cylindrique est donné par : $Re = \frac{\rho V_{\text{moy}} d}{\eta}$. La

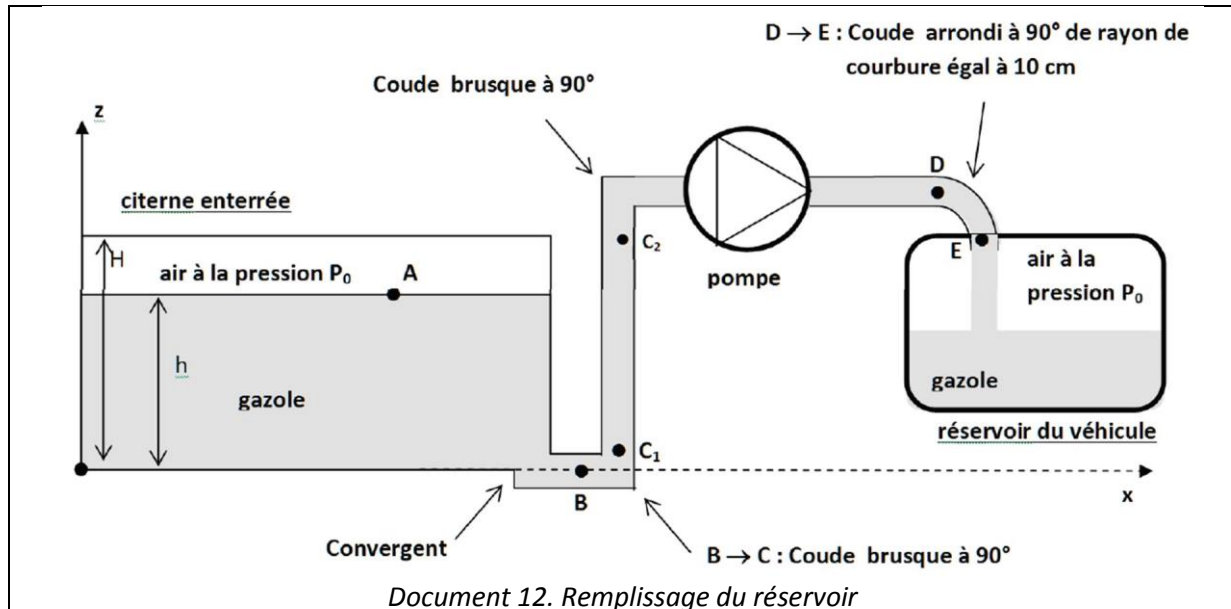
rugosité de la conduite est estimée à $\varepsilon = 72 \mu\text{m}$. En utilisant l'abaque donnée en document 11, déterminer la valeur de λ . L'hypothèse d'écoulement laminaire utilisée est-elle valide ?



Remplissage du réservoir d'une voiture

On utilise une pompe centrifuge pour déplacer le gazole de la citerne au réservoir d'une voiture (document 12). Le schéma suivant modélise simplement le circuit du fluide (la citerne étant enterrée, on a bien évidemment $z_E > z_A$).

La « perte de charge singulière » (due à la dissipation d'énergie à cause des coudes, des raccords entre canalisations de diamètres différents...) est définie par $\Delta P_s = \frac{1}{2} K \rho V_{\text{moy}}^2$ avec $K_{\text{pompe}} = 6$.



25) Utiliser les données numériques pour déterminer la valeur numérique du coefficient K_{total} correspondant à l'ensemble des singularités détaillées sur le schéma ci-dessus. On prendra soin de préciser les différents termes intervenant dans K_{total} .

26) Calculer la valeur totale des pertes de charge singulières $\Delta P_{s,\text{tot}}$ à l'aide des données numériques fournies en fin de sujet.

27) La totalité des longueurs droites de la conduite vaut approximativement $L = 10\text{m}$.

On admettra la valeur suivante pour le coefficient de perte de charge régulière : $\lambda = 2,45 \cdot 10^{-2}$.

Calculer la valeur totale des pertes de charge régulières $\Delta P_{\text{reg,tot}}$ à l'aide des données numériques fournies en fin de sujet.

28) Calculer le débit volumique dans les conduites Q_v à l'aide des données numériques fournies.

29) Sachant que la pompe a un rendement de $\sigma = 80\%$, déterminer l'expression de Φ_e , puissance électrique alimentant la pompe. Calculer Φ_e (on prendra $z_E - z_A = 5\text{m}$).

Document 13. Données

Section de la citerne au point A : $S_A = 1,00\text{m}^2$

Section de l'ouverture au point B : $S_B = 1,00 \cdot 10^{-3}\text{m}^2$

Rayon des sections des conduites et des coudes : $a = 1,80\text{cm}$

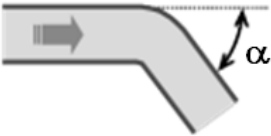
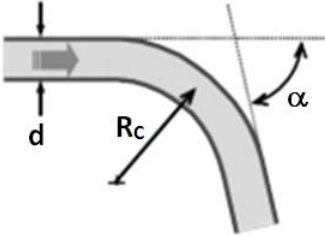
Intensité du champ de pesanteur : $g = 9,81\text{m.s}^{-2}$

Masse volumique du gazole : $\rho = 840\text{kg.m}^{-3}$

Viscosité dynamique du gazole : $\eta = 5 \cdot 10^{-3}\text{kg.m}^{-1}\text{s}^{-1}$

Vitesse moyenne dans les conduites : $V_{\text{moy}} = 4,50\text{m.s}^{-1}$

Coefficient K pour les pertes de charge singulière :

Coude brusque :	Coude arrondi de rayon de courbure R_c et de diamètre d (α est en degré) :
 $K = \sin^2 \alpha + 2 \sin^4 \left(\frac{\alpha}{2} \right)$	 $K = \frac{\alpha}{180} \left(0,131 + 1,847 \left(\frac{d}{R_c} \right)^{7/2} \right)$

Quatrième partie : Pollution de l'air

Etude de polluants azotés

La transformation suivante est une des nombreuses transformations se déroulant dans les gaz d'échappement des moteurs à explosion : $\text{NO}_2 + \text{CO} \rightarrow \text{NO} + \text{CO}_2$

On souhaite étudier la cinétique de la transformation. Dans ce but, on réalise plusieurs expériences à différentes concentrations initiales et on mesure la vitesse initiale de la réaction. Les résultats sont reportés dans le document ci-dessous.

Expérience	Concentration initiale en NO_2 (mol.L^{-1})	Concentration initiale en CO (mol.L^{-1})	Vitesse initiale ($\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$)
1	0,1	0,1	$0,5.10^{-2}$
2	0,1	0,4	$8,0.10^{-2}$
3	0,2	0,1	$0,5.10^{-2}$

Document 14. Etude de la cinétique

30) Déterminer les ordres partiels initiaux par rapport à chacun des réactifs. Donner une valeur numérique de la constante de vitesse.

Etude de la pollution de l'air par le dioxyde de soufre

31) Donner les configurations électroniques dans l'état fondamental des atomes d'oxygène et de soufre. Que peut-on en déduire sur les positions relatives de ces deux éléments dans la classification périodique ?

32) Le soufre peut former 2, 4 ou 6 liaisons alors que l'oxygène ne peut en former que 2. Expliquer.

33) Donner une représentation de Lewis de la molécule de dioxyde de soufre SO_2 .

On introduit dans une cuve 100 litres d'air prélevé au cœur de Paris. On y ajoute 100 mL d'eau (SO_2 est un gaz totalement soluble dans l'eau dans ces conditions). On obtient $V_A = 100\text{mL}$ d'une solution aqueuse (A) de SO_2 dissous à laquelle on ajoute $V_0 = 2\text{mL}$ de diiode I_2 à $C_0 = 10^{-3}\text{mol.L}^{-1}$. La température est égale à 298 K.

34) Ecrire l'équation bilan de la réaction.

35) Donner l'expression de sa constante d'équilibre en fonction des potentiels standard des couples oxydant-réducteur mis en jeu.

36) Calculer cette constante d'équilibre à 298 K. Conclure.

On dose le diiode en excès par du thiosulfate de sodium ($2\text{Na}^+, \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) à la concentration $C_1 = 10^{-4}\text{mol.L}^{-1}$. Le volume à l'équivalence est $V_E = 34,8\text{mL}$.

37) Ecrire l'équation bilan de la réaction de dosage du diiode en excès par le thiosulfate.

38) Donner l'expression littérale du nombre de moles de diiode dosé par le thiosulfate.

39) Donner une expression littérale du nombre de moles de dioxyde de soufre qui a réagi.

40) En déduire la concentration C_A de SO_2 dans la solution (A).

41) Calculer la concentration de $\text{SO}_{2(g)}$ dans l'air de Paris.

42) La valeur limite est de $410\mu\text{g}$ de $\text{SO}_{2(g)}$ par m^3 d'air (moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 12h par an). Conclure sur l'air prélevé à Paris ce jour là.

Document 15. Données

Constante des gaz parfait : $R = 8.31 J.K^{-1}.mol^{-1}$

Constante de Faraday : $F = 96500 C.mol^{-1}$

Numéros atomiques : $Z(O) = 8$; $Z(S) = 16$

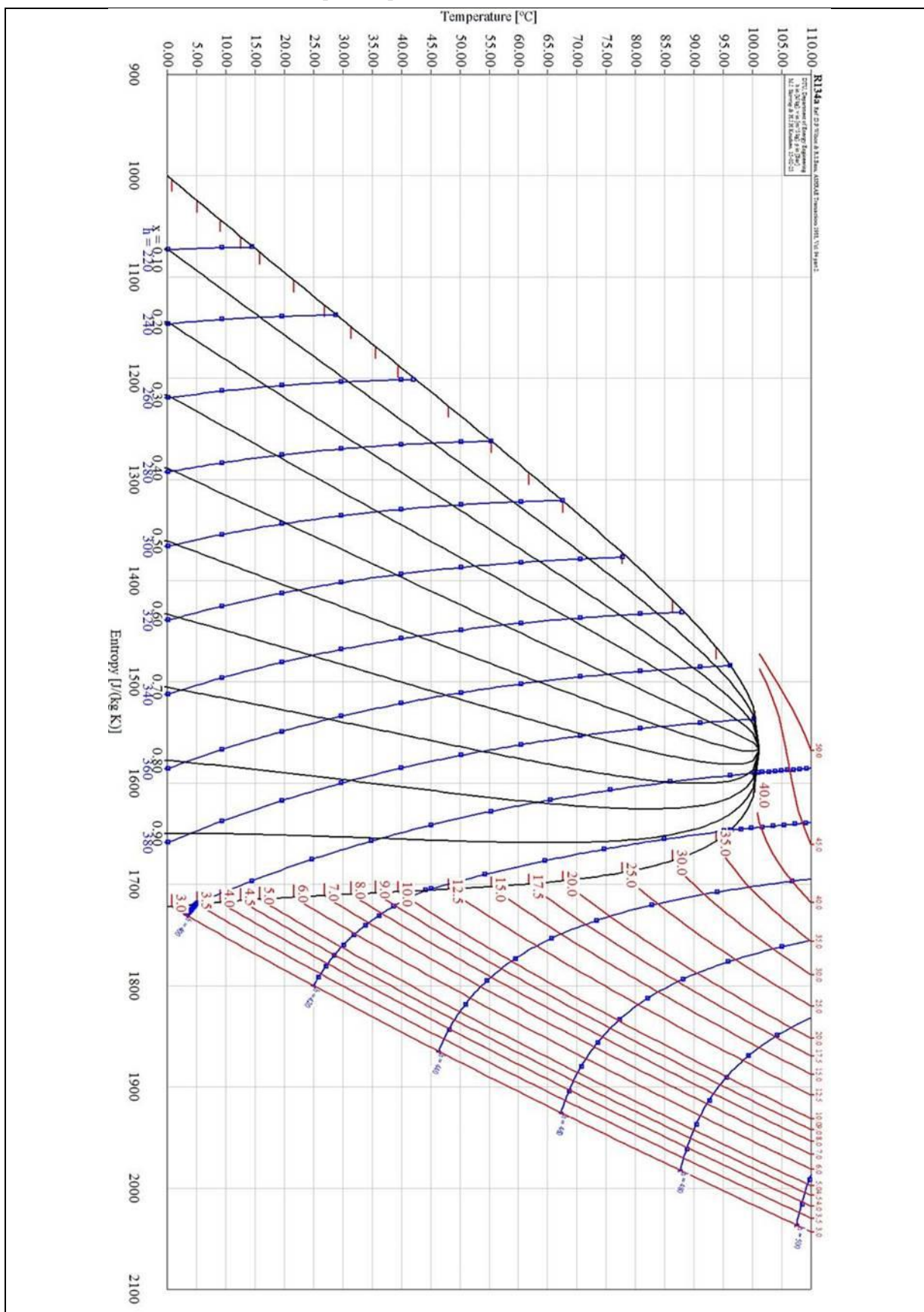
Masses molaires en $g.mol^{-1}$: $M(O) = 16$; $M(S) = 32$

Potentiels standards à 298 K : $E_1^0(SO_4^{2-}/SO_2) = 0,17V$; $E_2^0(I_2/I^-) = 0,62V$;

$E_1^0(S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}) = 0,09V$

Annexe 1. Diagramme entropique du R134A (A rendre avec la copie)

Les isobares sont en bar avec $p \in [3,0;50]$, les isenthalpes en kJ.kg^{-1} avec $h \in [220;500]$



Nom :